県立広島大学人間文化学部紀要　3，21-31（2008）

市販ゲル化剤を用いた嚥下造影検査食に関する基礎的な検討

山　縣　誉志江・栢　下　　淳

要　旨

【目的】嚥下造影検査（ＶＦ）で用いられるバリウムがトロミの粘度を変化させるという報告はされているが、重度の嚥下障害者に多用されるゼリーの物性に及ぼすバリウムの影響を検討した報告は少ない。また、ゼリーの物性は温度によって影響を受ける。本研究では、バリウムの添加がゼリーの物性に及ぼす影響、及びバリウムゼリーを作製する際に静置する温度が物性に及ぼす影響を検討した。
【方法】50w/ｖ％に希釈した液体バリウムに、５種類の市販ゲル化剤（寒天、ゼラチン、キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤、ペクチン）を用いてゼリーを作製した。対照として、バリウムを添加していない水ゼリーを作製した。測定にはクリープメータを用い、かたさ・付着性・凝集性を算定した。
【結果】バリウムの添加の影響は、ゲル化剤によって異なることが分かった。バリウムゼリーの温度に対する影響もゲル化剤によって異なり、寒天、ペクチンは他のゲル化剤より温度の影響を受けにくい傾向が見られた。
【結論】バリウムの添加によってゲル化剤により異なる影響を受け、また、温度変化に対するバリウムゼリーの物性の動態も異なった。このことから、ＶＦに用いる検査食の規格化の必要性が示された。

Key words：嚥下障害、嚥下造影検査食、物性、バリウム、温度

緒　言

摂食・嚥下障害者に対して、それぞれの嚥下機能状態に合った形態の嚥下食を提供することは重要である。個々の患者に適した食形態を評価するために、わが国ではフードテスト[1]や嚥下内視鏡検査（Videoendoscopic examination of swallowing：ＶＥ）などが行われているが、より多くの情報が得られる評価方法として嚥下造影検査（Videofluoroscopic examination of swallowing：以下、ＶＦ）が実施されている。ＶＦでは硫酸バリウム等の造影剤を用いるが、バリウムの添加によって物性が変化し、患者の食形態に関する的確な評価がされていないという報告もある[2,3]。しかしながら、バリウムが食品物性に及ぼす影響を、重度の嚥下障害者に適する形態であるゼリーを用いて検討した報告は少ない。

そこで本研究では、主成分の異なる５種類の市販ゲル化剤を用いて作製したゼリーに、バリウムの添加が及ぼす物性への影響を検討した。また、ＶＦでは検査に要する時間が患者や施設により異なることが想定される。ゲル化剤で作製するゼリーは冷蔵庫に保管することで作製されることが多いが、室温に静置すると温度変化が生じてくる。一方、室温でもゲル化するペクチン等を用いたゲル化剤も存在する。キサンタンガム製剤において、ゼリーを冷蔵庫から取り出して室温まで戻した場合でも、室温に静置してゼリーを作製した場合でも、品温が同じになれば同等の物性が得られた[4]。このことを参考に、今回の研究では、ゼリー作製時に静置する温度を変化させ、バリウムゼリーの品温の変化による物性への影響も検討したので報告する。

材料と方法

1．試料

硫酸バリウムは、バリトゲンゾル［100w/v%］（伏見製薬株式会社：以下、液体バリウム）を用い、ゲル化剤は、主原料の異なる5種類として、かんてんクック（伊那食品工業株式会社：以下、寒天)、ニューシルバー顆粒（新田ゼラチン株式会社：以下、ゼラチン)、ソフティア2ゲル（ニュートリー株式会社：以下、キサンタンガム製剤)、アクアジュレパウダー（株式会社フードケア：以下、カラギーナン製剤)、かんたんゼリーの素（キユーピー株式会社：以下、ペクチン）を用いた。

バリウムを添加するゼリー（以下、バリウムゼリー）の作製方法として、加熱を要する寒天、ゼラチン、キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤は、液体バリウムをイオン交換水（以下、水）で50w/v%に希釈後、加熱・攪拌しながら各種ゲル化剤（寒天、ゼラチン、キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤）を加えた。この時の希釈率は、硫酸バリウムの濃度（w/w%）が、嚥下造影の標準的検査法（詳細版）[5] に適するように決定した。加熱中は攪拌を続け、沸騰が確認されてから1分間その沸騰状態を保った。ただし、ゼラチンの場合のみ、沸騰させると凝固しにくくなるため、85℃に到達後1分間その温度を保った。蒸発した水分相当量の熱湯（約90℃）を加えた後、直径40㎜、高さ15㎜のシャーレに充填した。室温に5分静置して荒熱をとり、3±2℃の冷蔵庫、又は10℃、20℃、30℃に設定したインキュベータ内に静置し、物性測定に供した。対照として、バリウムを添加しない水ゼリーを同様の手順で作製した。

加熱を要さないペクチンについては、液体バリウムをイオン交換水で50w/v%に希釈後、均一に攪拌し、ペクチン1包を添加後直ちにティースプーンで毎秒約4回の速度で30秒攪拌した。今回用いたペクチンは液状であるため、1包以下やそれ以上の添加が困難なことから、1包に対して水の添加量を変化させた。このペクチン1包には20ｇが充填されているが、充填されていた容器に2ｇ程度付着するため、実際に使用できるのは約18ｇであった。この時においても、硫酸バリウムの濃度（w/w%）が、嚥下造影の標準的検査法（詳細版）[5] に適するように、液体バリウムの希釈率を決定した。これを直径40㎜、高さ15㎜のシャーレに充填し、3±2℃の冷蔵庫、又は10℃、20℃、30℃に設定したインキュベータ内に静置し、物性測定に供した。対照として、バリウムを添加しない水ゼリーを同様の手順で作製した。

2．物性測定

物性の測定はクリープメータ（RE2-3305B：山電㈱）を用い、シャーレに充填した試料を、直径20㎜のプランジャーで、クリアランス5㎜、圧縮速度1㎜/secで定速2回圧縮し、得られたテクスチャー曲線より、かたさ、付着性、凝集性を算定した。同時にレーザー温度計（THERMO-HUNTER PT-7LD：OPTEX）を用い、物性測定後の品温（表面温度）を測定した。

結　　果

1．各種ゲル化剤で作製したゼリーの物性に及ぼすバリウム添加の影響

図1に、各種ゲル化剤で作製した水ゼリーが、かたさ10000±1000N/㎡になる濃度における、物性に及ぼすバリウム添加の影響の結果を示した。ペクチンの場合は5㎖おきに水の量を変化させ、その他のゲル化剤では0.05%おきにゲル化剤の量を変化させて水ゼリーを作製した場合の予備的な検討では、冷蔵庫で22±2時間静置後、水ゼリーのかたさが10000±1000N/㎡となる濃度は、ゼラチン

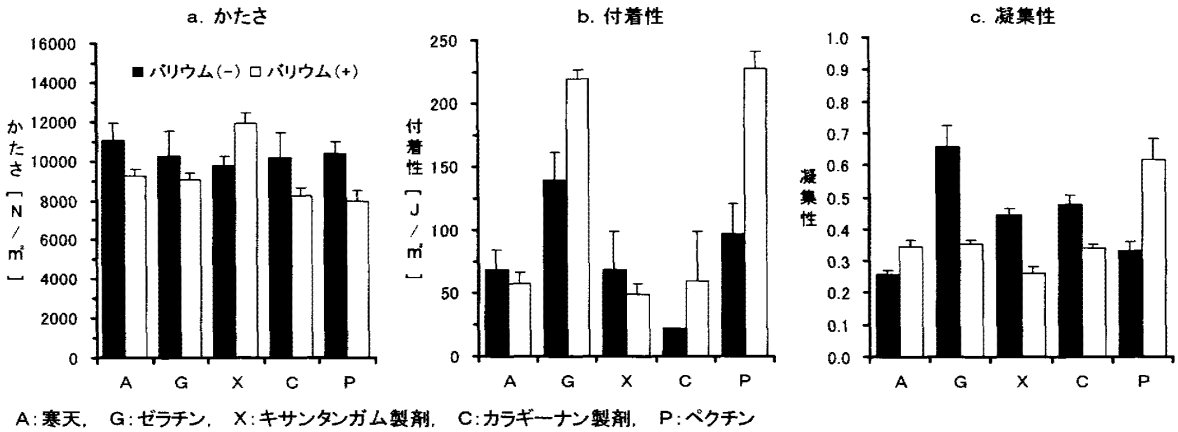

図１．バリウムの添加によるゼリーの物性変化

1.80%、キサンタンガム製剤1.25%、カラギーナン製剤3.95%、ペクチンでは水100mℓであった。寒天は、この条件ではかたさが10000±1000N/m²に相当する濃度が存在しなかったため、10000N/m²に最も近い値を示した0.40%（11045±865N/m²）を採用した。

図１－ａより、バリウムの添加で、キサンタンガム製剤ではかたさが増加し、その他のゲル化剤ではかたさが減少することが分かった。その増減の程度は、寒天－16%、ゼラチン－12%、キサンタンガム製剤＋22%、カラギーナン製剤－19%、ペクチン－24%であり、およそ２割前後の増減率であった。

図１－ｂおよび図１－ｃより、ほぼ同じかたさに調製した水ゼリーであっても、ゲル化剤によって付着性と凝集性が異なることが分かった。図１－ｂより、水ゼリーの付着性は、ゼラチンで最も高く、カラギーナン製剤で最も低かった。バリウムを添加することによる付着性への影響は、寒天－17%、ゼラチン＋57%、キサンタンガム製剤－29%、カラギーナン製剤＋178%、ペクチン＋137%であり、寒天のように影響の少ないものから、カラギーナン製剤やペクチンのように２倍以上となるものまで様々であった。図１－ｃより、水ゼリーの凝集性は、ゼラチンで最も高く、寒天で最も低いことが分かった。バリウムを添加することにより、凝集性は寒天、ペクチンで増加し、ゼラチン、キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤で減少した。以上のことから、冷蔵庫で作製したゼリーのバリウムの添加によるかたさ、凝集性、付着性への影響は、増加するものも減少するものもあり、ゲル化剤によってその影響の程度が異なることが分かった。

２．バリウムゼリーの物性に及ぼす温度の影響

図２に、各種ゲル化剤で作製したバリウムゼリーが、かたさ10000±1000N/m²になる濃度における、物性に及ぼす温度の影響の結果を示した。ペクチンの場合は５mℓおきに水の量を変化させ、その他のゲル化剤では0.05%おきにゲル化剤の量を変化させて水ゼリーを作製した場合の予備的な検討では、冷蔵庫で22±２時間静置後、バリウムゼリーのかたさが10000±1000N/m²となる濃度は、寒天0.40%、ゼラチン1.85%、キサンタンガム製剤1.15%、カラギーナン製剤4.35%、ペクチンでは水85mℓであった。これらの濃度で、３℃、10℃、20℃、30℃に22±２時間静置してゼリーを作製した。この時、ゼラチンでは20℃及び30℃、ペクチンでは30℃に静置した場合に、十分にゲル化していなかった。

図２－ａより、どのゲル化剤においても、品温の上昇とともにかたさが減少していることが分かった。かたさの減少は寒天及びペクチンで緩やかであり、他のゲル化剤と比較して、ゲル形成時に温度

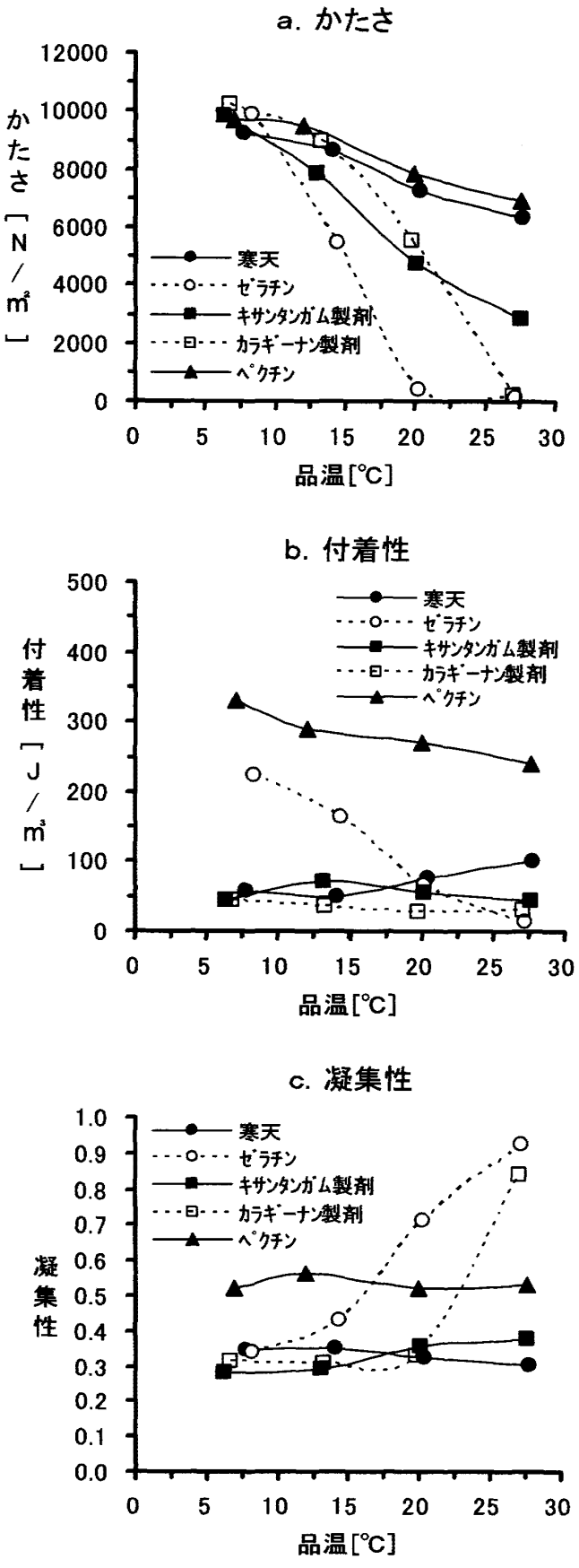

図２．品温がゼリーの物性に及ぼす影響

の影響を受けにくいことが分かった。

図２－ｂより、品温の上昇に伴ってゼラチンとペクチンで付着性が減少した。その他のゲル化剤では、品温の変化に伴う付着性の変化が小さいことが分かった。図２－ｃより、ゲル化しなかったゼラチン20℃、30℃およびカラギーナン製剤30℃を除くと、品温が変化しても凝集性はほぼ一定の値を示すことが分かった。

考　　察

現在、市場には数多くのゲル化剤が存在する。海藻抽出物の寒天やカラギーナン、果実から抽出される多糖類のペクチン、発酵で得られる多糖類のキサンタンガムやジェランガム、動物性たんぱくのゼラチンなどがあり、歯ごたえのある食感からゆるい食感のものまで、消費者の嗜好に合わせて製品が開発されている[6]。臨床現場では、摂食・嚥下障害者の栄養管理にこのようなゲル化剤を用いた市販ゲル化剤が使用されている。今回の研究では、臨床で広く用いられている市販ゲル化剤５種類を用いて検討した。寒天、ゼラチンはそれらが100％原料であるが、キサンタンガム製剤ではキサンタンガムの他にローカストビーンガム等を含むことが推察され、カラギーナン製剤ではκ－カラギーナンの他にローカストビーンガムやリン酸１カリウム等を含み、ペクチンについてはリン酸カルシウム等が共に充填されている。

ゼラチンは、水溶液が均質なゼリーになるまでに長時間を要し[7]、水溶液を冷却していくと一定温度に達するのに10時間以上を要する[8]。このことから、十分にゲル化させ、５種類のゲル化剤の冷却条件を統一するため、すべてのゼリーにおける冷蔵時間を22±２時間に設定した。また、重度の嚥下障害者に提供する食品はかたさ10000N/㎡以下が適切であるという報告[9, 10]から、バリウムの影響および温度の影響を検討する際、冷蔵庫から取り出した直後のゼリーの物性が10000N/㎡になる濃度で検討した。バリウムの影響を検討する際は水ゼリーのかたさを、温度の影響を検討する際はバリウムゼリーのかたさを基準とする10000N/㎡とした。

１．各種ゲル化剤で作製したゼリーの物性に及ぼすバリウム添加の影響

冷蔵庫から取り出した直後、水ゼリーのかたさが約10000N/㎡となる濃度は、寒天0.40％、ゼラチン1.80％、キサンタンガム製剤1.25％、カラギーナン製剤3.95％、ペクチンでは水100mℓであった。このように、同じかたさを得るために必要な添加量はゲル化剤によって大きく異なることが分かった。寒天では、0.05％おきに物性を測定したところ、今回設定した10000±1000N/㎡の範囲に入る濃度が存在しなかった。これは、0.05％の添加量を変化させる事で2000N/㎡以上もかたさが変動するためであり、寒天を使用する場合は、かたさを調節するために細心の注意を払う必要があることが分かった。また、カラギーナン製剤では、同じかたさを得るために他のゲル化剤よりも添加量を多く必要とした。

かたさ約10000N/㎡で作製したゲルでも、ゲル化剤によって付着性、凝集性が異なることが分かった。付着性では、ゼラチンやペクチンは、寒天、キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤よりも高値を示した。丹治ら[11]は、同じかたさに調製したお茶ゼリーの付着性は、寒天ゼリーやカラギーナン製剤ゼリーより、ゼラチンゼリーで高い値を示したと報告している。また、藤井ら[12]は、異なるゲル化剤で作製したミルクゼリーを、同等のかたさで比較した時、寒天やι－カラギーナン、アルギン酸と比較して、コーンスターチ、ペクチンで作製したゼリーで非常に高い付着性が得られたと報告している。これらは本研究の結果と同様の傾向を示している。凝集性については、寒天では0.26と低値、ゼラチンでは0.66と高値を示し、その他のゲル化剤では0.4前後の値を示した。丹治ら[11]によると、か

たさ1000N/㎡で比較した時にも、今回の結果と同様、凝集性はゼラチンで高く、寒天で低い値を示した。また、10種類のゼラチンを用いて1.60%のゼリーを作製すると、凝集性はすべて0.5～0.7であったという報告がある[13]。今回はゼラチンの濃度が1.80%ではあるが、同様に高い凝集性を示した。

これらのことから、水ゼリーの性状として、寒天は付着性・凝集性が低いため、くっつきにくいがバラけやすく、ゼラチンは付着性・凝集性が高いため、まとまりやすいがくっつきやすいゼリーであることが分かった。キサンタンガム製剤、カラギーナン製剤では、凝集性がこれらの中間の0.4付近であり、比較的付着性も低かった。これらは、嚥下障害者に提供している食事は、付着性が高いものでも凝集性が0.4前後であれば提供しているという報告[14, 15]からも、嚥下障害者にとって適した物性のゼリーであることが分かった。また、ペクチンで作製したゼリーは、寒天に近い物性を示すことが分かった。

バリウムの添加によってトロミの粘度が変化することが報告されている[16]が、ゼリーの物性に及ぼす影響についての報告は少ない。今回用いた各種市販ゲル化剤においても、バリウムの添加がゼリーの物性に及ぼす影響について検討した。

使用した液体バリウムが、ゼリーの物性に影響を及ぼす可能性があると考えられる因子に、50w/v%に希釈した場合のｐＨは約4.4であり酸性溶液であること、原液100mℓ（約178ｇ）中に硫酸バリウム100ｇを含有すること、添加物としてトラガント、アルギン酸ナトリウム、ソルビン酸、デヒドロ酢酸、サッカリンナトリウム、バニリン、香料を含有することが挙げられる。硫酸バリウムの水への溶解度は100℃の時0.41mg/100mℓと難溶[17]であり、ほとんど電離せず、液体バリウムは懸濁液の状態となっている。また、添加物の含有量について取扱説明書に詳細な記載はされていないため、含有量は不明である。

バリウムの添加の影響で、ほとんどのゲル化剤でかたさが減少したが、キサンタンガム製剤ではかたさが増加した。キサンタンガムは、単品では増粘する性質しかないが、ガラクトマンナン類であるローカストビーンガムと併用することにより、弾力に富んだゲルを形成することができる[18]。しかしながら、これらの混合比によってゲル構造にかなりの違いが出ることが知られており[19]、キサンタンガム製剤におけるゼリーの物性へのバリウム添加の影響は、混合比によって機序が異なるかもしれない。また、20℃に静置して作製したキサンタンガム製剤ゼリーでは、バリウムの添加によってかたさが減少した[4]。つまり、バリウムゼリーのかたさは水ゼリーのかたさと比較して、3℃では大きく、20℃では小さかった。このことから、キサンタンガム製剤を用いて作製した水ゼリーよりも、バリウムゼリーのほうが温度の影響を受けやすく、温度上昇に伴うかたさ減少の勾配が大きいと考えられる。今回の研究で作製したゼリーも、品温を常温まで低下させることによって、かたさはバリウムゼリーのほうが小さくなることが予測される。

松橋[20]の報告によると、寒天をｐH5.0以下で加熱溶解することは、寒天本来の凝固性を喪失させることとして回避しなければならない。さらに、同じ酸性溶液中であっても、沸騰停止後に寒天を添加した場合より、酸性溶液中で寒天を沸騰溶解させた場合では、著しくゼリー強度が低下すると報告されている[20]。50w/v%に希釈した液体バリウムのｐＨは約4.4であり、寒天ゼリーのかたさがバリウムの添加によって減少しているのは、酸及び酸性溶液中で寒天を沸騰溶解させた影響であると考えられる。

ゼラチンも寒天と同様、かたさが減少した。今回用いたゼラチンは、牛骨と牛皮から得られるコラーゲンに石灰浸漬を施して製造されている。このようなアルカリ処理法によって製造されたゼラチンは、等電点は通常4.8～5.0を示す[21]。等電点から離れた領域、つまり酸性側ではｐH4.5以下の時にゼリー強度が低くなる[21]ことから、バリウム溶液がｐH4.4を示すため、ゲル形性能が低下してい

る可能性が考えられる。かたさの減少の程度は、他のゲル化剤と比較して小さいが、付着性が増加し、凝集性が大きく減少した。凝集性は、バリウムゼラチンゼリー（0.35±0.02）とバリウム寒天ゼリー（0.35±0.02）でほぼ同程度となった。凝集性が大きく減少した理由として、ゲル中に固体である硫酸バリウムが分散している影響が強く出現しているのではないかと思われる。

カラギーナン製剤においてもかたさが減少した。カラギーナンは寒天と構造が類似しており[22]、カラギーナンにおいても寒天と同様、ｐＨの減少でゲル形成能が低下する[23]。

ペクチンでも、かたさの減少が見られた。今回用いたペクチンは、ゲル化に二価の陽イオンの添加を必須とする低メトキシルペクチンである。低メトキシルペクチンにおいては、過剰のカルシウム及び糖（固形分）の添加が、ゲル化を必要以上に早めることで均一なゲル形成を妨げ、結果としてゲルの力学強度を低下させる[24]。希釈した液体バリウムにペクチンを加える時は、水に加える時と比較して、攪拌中にも粘性が発現していた。これはわずかに電離したバリウムイオンがカルシウムイオンと同じ役目をし、懸濁した硫酸バリウムが固形物として働いたと想定すれば、かたさが減少したことが説明できる。また、ペクチンのゲル化を阻害する要素としては、一価の陽イオンが挙げられる。簡単ゼリーの素のような低メトキシルペクチンは、その構造中の酸素の非共有電子対と、カルシウムのような二価の陽イオンとが配位結合をし、エッグボックスを形成しているが、一価の陽イオンはこの架橋を妨害するとされている[25]。今回用いた液体バリウムの含有成分のうち、甘味料として多用されているサッカリンナトリウムは水に容易に溶けてNa^+が電離し、その溶解度は水１mℓに0.83ｇである[17]。微量ではあると考えられるが、このような電解質から生じた一価の陽イオンが、ゲル化を阻害している可能性も考えられる。ペクチンの変化で注目すべきことは、バリウムの添加で大きく付着性と凝集性が増加したことである。他のゲル化剤と比較すると、最も高い付着性と凝集性を示し、バリウムペクチンゼリーの特徴であるといえる。

このように、バリウムを添加してゼリーを作製することで、ゼリーの物性に様々な影響を与える。検査で摂取可能であったゼリーと同じ濃度で普段摂取するゼリーを作製すると、かたさ10000N/m²程度では約２割前後もかたさの異なるゼリーができてしまい、嚥下障害者に対して適切な食事物性を評価できているかは疑わしいということになる。

２．バリウムゼリーの物性に及ぼす温度の影響

食品物性が温度の影響を受けることは周知の事実である[26-28]が、臨床現場において温度変化は不可避である。検査食では、常に安定した物性の食品で検査することが必要であるため、品温と物性についても検討した。キサンタンガム製剤において、ゼリーを冷蔵庫から取り出して室温まで戻した場合でも、室温に静置してゼリーを作製した場合でも、同じ品温であれば同等の物性が得られた[4]という報告をもとに、今回は、バリウムゼリーの作製温度の変化による物性の変化を検討した。

バリウムゼリーを作製する温度を変化させることで、物性変化はゲル化剤により異なる動態を示した。かたさは、すべてのゲル化剤で静置温度の上昇とともに減少した。その減少の程度は、寒天とペクチンでは他のゲル化剤と比較して緩やかであり、これらのゲル化剤で作製するバリウムゼリーは比較的温度の影響を受けにくいことが分かった。

渡瀬[7]はゼリーとトロミの区別を、『容器から取り出した時、ゼリーが容器の形を保持している場合』および『容器から取り出した時、形が少しくずれた状態か、あるいはスプーンからの落下に対する試料の切れのよい状態』という言葉で表現している。これを参考にゲル化しているか否かを判断すると、ゼラチンでは、３℃および10℃に静置した場合には十分なゲル化が見られたが、20℃以上ではゲル化していなかった。40℃以上のゼラチンの水溶液を冷却していくと、液体の粘度が次第に増大

し、温度が十分に低くなるとゲルが生成する[29]。今回の結果でも、かたさは30℃静置で138N/㎡、20℃静置で396N/㎡と、ゲル化はしないまでも静置温度が低い時のほうがかたさは高値を示した。ゼラチンのゲル化は分子鎖間又はセグメント間の水素結合、イオン結合、疎水結合などの相互作用であると考えられており、これを架橋点とすると、その数は温度上昇によって減少する[30]。今回の結果もこれに即しているといえる。カラギーナン製剤は30℃ではゲル化が起こらなかったが、ゼラチンと異なり、20℃ではゲル化が見られた。寒天やカラギーナンは、高温の水溶液中でランダムコイル状をなしているが、温度の下降とともに二重あるいは三重らせん状態となり、さらに冷却するとそれらが会合して架橋領域を形成する[7]。このため、今回の研究でも静置温度の低下とともに、かたいゼリーが得られた。渡瀬[31]によると、低メトキシルペクチンに0M～0.005Mの範囲の$MgCl_2$および$CaCl_2$を添加すると、温度の上昇に伴ってG'（貯蔵弾性率）の値は減少するが、これは温度上昇に伴う二価の陽イオンの配位結合による架橋点の数密度の減少であるという。このことからの推察ではあるが、ペクチンにおいては架橋点である配位結合の結合力が、温度が上昇するにしたがって弱まっているのではないかと考えられる。キサンタンガムはそのゲル化機構が十分に解明されていない[32]が、キサンタンガム製剤においても同様に、昇温に伴う架橋点の減少がかたさ減少の要因ではないかと思われる。

付着性においては、ペクチンとゼラチンで品温上昇に伴う減少が見られたが、その他のゲル化剤ではあまり変化がなかった。ゼラチンゼリーの表面温度と粘着力の関係を検討したところ、表面温度が低いほど粘着力が大きかったという報告[33]があり、本研究も同様の傾向を示していると言える。凝集性については、ゲル化していない点を除いては、品温に関わらずほぼ一定の値を示している。温度変化に伴ってかたさが大きく減少しているにも関わらず、凝集性に大きな変化がないことは興味深い結果である。

今回の研究から、バリウムの添加によってゼリーの物性が変化することが明らかとなった。また、作製時の温度により物性の異なるゼリーとなることが分かった。臨床の場では、冷蔵庫から出してすぐ検査に用いられる場合だけでなく、患者の状態や施設によっては検査に時間を要し、常温での静置時間が長くなる場合も考えられる。また、ゼリーは季節による室温の違いなどから温度の影響を受けることも想定される。今回の研究では、ゼリー作製温度の違いによって、どの程度ゲル形成に違いが見られるのかを検討した。ゼラチンでは、融解温度と凝固温度の差であるヒステリシスが5～15℃、カラギーナンでは10～30℃であるが、寒天では40～60℃と、他のゲル化剤と比較して大きい[34]。このように、ゲル化する最低温度とゲルが融解する温度が大きく異なるゲル化剤も存在する。このため今後、低温でゲル化したゼリーが冷蔵庫から取り出した後、どの程度の温度の影響を受けるかを検討する必要もあると思われる。これらのことから、バリウムの添加や品温はゼリーの物性に大きな影響を与え、その程度はゲル化剤によって異なるため、検査食の作製条件等を規格化する必要があると考えられる。検査食を規格化することができれば、ＶＦはより一層有意義なものとなると考えられる。

文　献

1）向井美惠（分担研究者）：非ＶＦ系評価方法（フードテスト）の基準化、才籐栄一（主任研究者）、長寿科学総合研究事業　摂食・嚥下障害の治療・対応に関する総合的研究、平成11年度研究報告書：43－50、2000

2）Julie A. Y. Cichero, Grant Hay, Bruce E. Murdoch, et al.: Videofluoroscopic Fluids Versus Mealtime Fluids: Differences in Viscosity and Density Made Clear, J Med Speech Lang Pathol, 5(3): 203-215, 1997.

3）Julie A. Y. Cichero, Oliver J, Peter J. Halley, et al.: How Thick Is Thick? Multicenter Study of the

Rheological and Videofluoroscopy Fluids, Dysphagia, 15: 188-200, 2000.
4）山縣誉志江、栢下淳：段階的な嚥下食の物性に適した嚥下造影検査食の検討、日摂食嚥下リハ会誌、12(1)：in press、2008
5）日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会：嚥下造影の標準的検査法（詳細版)、日摂食嚥下リハ会誌、8(1)：71－86、2004
6）食品と開発編集部：ゲル化剤・増粘安定剤の市場動向、食品と開発、42(6)：49－57、2007
7）渡瀬峰雄：嚥下食品の感覚特性に影響を与える増粘多糖類の化学構造および機能特性、食品工業、48(16)：29－40、2005
8）渡瀬峰男：嚥下障害者および高齢者に向く嚥下食の開発の研究　基礎と応用(1)－嚥下開始食としてのゼラチンゲルの構造と機能特性－、New Food Industry、41(2)：71－79、1999
9）厚生省生活衛生局食品保健課新開発食品保健対策室長通知：高齢者用食品の表示許可の取扱いについて、平成6年2月23日衛新第15号、1994
10）栢下淳：嚥下障害者に適した食事、難病と在宅ケア、9(8)：57－59、2003
11）丹治彩子、高橋智子、大越ひろ：異なるゲル化剤を用いた3種類のお茶ゼリーの飲み込み特性、日摂食嚥下リハ会誌、9(1)：62－70、2005
12）藤井恵子、赤堀博美、川辺知子、他：ゲル化剤の異なるミルクゼリーの性状について、日本調理科学会誌、34(3)：261－269、2001
13）河野友美、梅田理子、栢下淳：嚥下障害者に適したゼラチンゼリーの基礎的研究、機能性食品と薬理栄養、4(3)：169－174、2007
14）坂井真奈美、江頭文江、金谷節子、他：臨床効果のある段階的嚥下食に関する食品物性比較、日摂食嚥下リハ会誌、10(3)：239－248、2006
15）坂井真奈美、江頭文江、金谷節子、他：嚥下食の段階的な物性評価について、日本病態栄養学会誌、10(3)：269－279、2007
16）菊谷武、山田晴子、稲葉繁、他：市販増粘剤による嚥下造影検査食の検討、老年歯学、14(3)：311－317、2000
17）大木道則、大沢利昭、田中元治、他編：「化学辞典」、株式会社東京化学同人、東京、1994、1－1572
18）大本俊郎：キサンタンガム、西成勝好、大越ひろ、神山かおる、他編、「食感創造ハンドブック」、株式会社サイエンスフォーラム、東京、2005、317－324
19）渡瀬峰男：嚥下障害者および高齢者に向くゲル状嚥下食の開発に関する研究(10)キサンタンガム－ガラクトマンナン混合ゲル－嚥下開始食としてのゼラチンゲルとの比較－、食品工業、44(3)：68－75、2001
20）松橋鐵治郎：寒天－その基本的な理化学性状　特に用途特性－その5、月刊フードケミカル、9：114－120、2003
21）白井邦郎：総説　食用ゼラチン、調理科学、11(1)：23－30、1978
22）渡瀬峰男：食品ハイドロコロイドの熱分析(1)熱可逆性ゲル、食品工業、43(8)：46－60、2000
23）渡瀬峰男：ゲル形成能をもつ食品ハイドロコロイドのレオロジーおよび熱分析(5)多糖類ゲルの熱的およびレオロジー的性質に与えるｐH、脂肪酸塩およびアルカリ土類金属塩の影響、食品工業、43(22)：61－72、2000
24）船見孝博：ペクチン、西成勝好監修、「食品ハイドロコロイドの開発と応用」、株式会社シーエムシー出版、東京、2007、220－235

25) 真部孝明：「ペクチンーその科学と食品のテクスチャー」、株式会社幸書房、東京、2001、83－124
26) 川野亜紀、高橋智子、大越ひろ、他：ペースト状食品の飲み込み特性と舌運動－温度と物性の影響－、日摂食嚥下リハ会誌、5(2)：11－18、2001
27) 坂井真奈美、栢下淳：嚥下食の物性に及ぼす調理後の経過時間の影響、県立広島大学人間文化学部紀要、2：49－62、2007
28) 出戸綾子、山縣誉志江、栢下淳：各種市販トロミ調整食品の物性に及ぼす温度の影響、県立広島大学人間文化学部紀要、2：39－47、2007
29) 岡本康：コラーゲンとにかわ・ゼラチンの科学　物理的性質、安孫子義弘編、「改訂版　にかわとゼラチンー産業史と科学技術」、日本にかわ・ゼラチン工業組合、東京、1997、135－165
30) 吉村圭司、高橋幸資：ゼラチン、西成勝好監修、「食品ハイドロコロイドの開発と応用」、株式会社シーエムシー出版、東京、2007、317－329
31) 渡瀬峰男：嚥下障害者および高齢者に向くゲル状嚥下食の開発に関する研究(7)Ca^{2+}およびMg^{2+}を添加した低メトキシルペクチンゲルの動的粘弾性、食品工業、43(21)：62－70、2000
32) 武政誠、大本俊郎：キサンタンガム、西成勝好監修、「食品ハイドロコロイドの開発と応用」、株式会社シーエムシー出版、東京、2007、168－176
33) 竹林やゑ子、幅玲子：ゼラチンゼリーに関する実験的考察、家政学雑誌、12(2)：107－110、1961
34) 柴克宏、西成勝好：紅藻多糖類（寒天とカラギナン）、西成勝好監修、「食品ハイドロコロイドの開発と応用」、株式会社シーエムシー出版、東京、2007、196－211

県立広島大学人間文化学部紀要　3，21-31（2008）

Abstract

Study of Test Foods Made with Commercial Gelling Agents for Videofluoroscopic Examination of Swallowing

Yoshie YAMAGATA, Jun KAYASHITA

Objective: Videofluoroscopic examination of swallowing requires barium sulfate. It has been reported that barium sulfate changes the viscosity of thickened liquids. However, there have been few studies of the effect of barium sulfate on the texture of jelly provided for severe dysphagic patients. Moreover, the texture of jelly is affected by temperature. We investigated the effect of barium sulfate on jelly texture, and the effect of temperature on barium jelly.

Method: We made test food using liquid barium diluted 50w/v% with ion exchanged water. We used five different commercial gelling agents to make jelly; agar, gelatin, xanthan gum, carrageenan, and pectin. Water jelly was the control. CREEP METER was used to measure hardness, adhesiveness, and cohesiveness.

Result: We found that barium has various effects on the texture of jelly. Furthermore, the texture of barium jelly is affected by temperature. Agar and pectin were less affected by temperature than other gelling agents.

Conclusion: These results indicate the necessity of standardized test foods for dysphagic patients.